

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 28 860 A 1**

⑤1 Int. Cl. 6:  
**F01 L 9/04**  
F01 L 1/20  
F01 L 1/24

②1 Aktenzeichen: 196 28 860.6  
②2 Anmeldetag: 17. 7. 96  
④3 Offenlegungstag: 22. 1. 98

DE 196 28 860 A 1

⑦1 Anmelder:  
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Hörl-Liegl, Albert, 85570 Ottenhofen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 195 11 880 A1  
DE 36 16 540 A1

⑤4 Elektromagnetische Betätigungsvorrichtung für ein Brennkraftmaschinen-Hubventil

⑤7 Elektromagnetische Betätigungsvorrichtung für ein Brennkraftmaschinen-Hubventil mit einem zwischen zwei Magnetspulen als Anker um eine Drehachse verschwenkbaren, auf das Hubventil einwirkenden Hebel, dadurch gekennzeichnet, daß der Hebel als Schwinghebel ausgebildet ist, so daß die Drehachse in einem Endbereich des Schwinghebels und der Einwirkungspunkt auf das Hubventil am anderen Hebelende liegt.

DE 196 28 860 A 1

Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische Betätigungsvorrichtung für ein Brennkraftmaschinen-Hubventil mit einem zwischen zwei Magnetspulen als Anker um eine Drehachse verschwenkbaren, auf das Hubventil einwirkenden Hebel.

Elektromagnetische Betätigungsvorrichtungen für ein Brennkraftmaschinen-Hubventile sind in unterschiedlichen Ausführungsformen bekanntgeworden. Die häufigste Bauart ist dabei ähnlich der nur beispielsweise genannten DE 43 36 287 C1, bei welcher die Magnetspulen mit dem dazwischenliegenden Anker koaxial oberhalb des Hubventiles angeordnet sind, so daß die Bewegung des Ankers beispielsweise über einen zentral hieran befestigten Stift indirekt oder auch direkt auf den Schaft des Hubventiles übertragen werden kann. Diese Anordnung einer elektromagnetischen Betätigungsvorrichtung erfordert jedoch in Ventil-Längsrichtung oberhalb des Hubventiles relativ viel Bauraum. Demgegenüber günstiger ist die aus der US 5 161 494 bekannte Anordnung mit einem Kipphebel, der wie ein üblicher Kipphebel zur Betätigung von Brennkraftmaschinen-Hubventilen zentral drehbar gelagert ist und der mit seinem einen freien Ende auf das Hubventil einwirkt und mit dem anderen freien Ende zwischen zwei Magnetspulen als deren Anker wirkt. Bei entsprechender Erregung bzw. Entregung der jeweiligen Magnetspulen soll dann dieser Kipphebel derart betätigt werden, daß das Hubventil geöffnet bzw. geschlossen werden kann. Theoretisch ist diese Anordnung mit einem Kipphebel als Anker zwar überzeugend, jedoch in der Praxis kaum funktionsfähig, da die in dieser Schrift gezeigten Magnetspulen derart klein ausgebildet sind, daß es kaum möglich ist, ein Brennkraftmaschinen-Hubventil entgegen der Federkraft einer weiterhin benötigten Ventilschließfeder zu öffnen.

Eine elektromagnetische Betätigungsvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aufzuzeigen, die ausreichende Magnetkräfte erzeugen kann und dennoch so wenig Bauraum als möglich benötigt, ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist vorgesehen, daß der Hebel als Schwinghebel ausgebildet ist, so daß die Drehachse in einem Endbereich des Hebels und der Einwirkungspunkt auf das Hubventil am anderen Hebelende liegt. Insbesondere kann der Einwirkungspunkt zwischen den beiden Magnetspulenkernen im wesentlichen in deren Randbereich liegen, während sich die Drehachse außerhalb des von den Magnetspulen beschriebenen Raumes befindet. Weitere vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung sind Inhalt der Unteransprüche.

Näher erläutert wird eine erfindungsgemäße elektromagnetische Betätigungsvorrichtung im folgenden anhand des in der beigefügten Fig. 1 in einem Prinzipschnitt dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiels, von dem in Fig. 2 der Schnitt A-A dargestellt ist.

Dabei ist mit der Bezugsziffer 1 ein wie üblich angeordnetes Brennkraftmaschinen-Hubventil, das beispielsweise als Einlaßventil eines Zylinders einer ansonsten nicht näher dargestellten Brennkraftmaschine fungieren kann, bezeichnet. Dieses Hubventil 1 ist wie üblich durch eine Ventildfeder 2 in seiner Schließposition gehalten. Im Öffnungs- bzw. Schließsinn betätigt wird dieses Hubventil 1 durch eine in ihrer Gesamtheit mit 3 bezeichnete elektromagnetische Betätigungsvorrichtung.

Innerhalb eines sogenannten Aktuatorgehäuses 4 die-

ser elektromagnetische Betätigungsvorrichtung 3 sind zwei Magnetspulen 5a, 5b angeordnet, die jeweils einen Magnetspulen-Kern 6a, 6b aufweisen. Diese beiden Magnetspulen 5a, 5b mit ihren Kernen 6a, 6b sind durch einen Spalt 7 voneinander getrennt, in welchem bezüglich dieser Magnetspulen 5a, 5b als Anker fungierend ein Schwinghebel 8 hineinragt. In einem Endbereich weist dieser Schwinghebel 8 einen hohlwellenartig ausgebildeten Abschnitt 8a auf, mit welchem er auf einem Achsbolzen 9 gelagert ist, wobei die Achse 10 dieses Achsbolzens gleichzeitig die Drehachse 10 für den Schwinghebel 8 bildet.

Mit seinem dem Abschnitt 8a gegenüberliegenden Ende wirkt der Schwinghebel 8 in einem sogenannten Einwirkungspunkt 8b auf eine Stange 11 ein, deren anderes Ende auf dem Schaft des Hubventiles 1 aufliegt. Wird nun die untere Magnetspule 5a erregt, so wird der als Anker fungierende und demzufolge ferromagnetische Schwinghebel 8 von dieser Magnetspule 5a angezogen und somit gemäß Pfeilrichtung 12 zu dieser Magnetspule 5a hin verschwenkt, und zwar um die Drehachse 10. Diese Bewegung wird über die Stange 11 auf das Hubventil 1 übertragen, so daß dieses gemäß Pfeilrichtung 13 geöffnet wird. Wird anschließend die Magnetspule 5a entregt und dafür die Magnetspule 5b erregt, so erfolgt eine entgegengesetzte Bewegung des Schwinghebels 8 gegen Pfeilrichtung 12 zur Magnetspule 5b hin, so daß das Hubventil 1 entgegen Pfeilrichtung 13 in seine Schließposition gebracht wird. Während bei dieser Schließbewegung die Kraft der Ventildfeder 2 unterstützend wirkt, wirkt bei der Ventilöffnungsbewegung gemäß Pfeilrichtung 13 im unterstützenden Sinne eine der Ventildfeder 2 entgegengerichtete Hilfsfeder 14, die oberhalb der Magnetspule 5b angeordnet ist und deren Federkraft über einen Stößel 15 auf die Oberseite bzw. obere Oberfläche 8' des Schwinghebels 8 übertragen wird. Die Ventildfeder 2 sowie die Hilfsfeder 14 sind dabei so dimensioniert, daß bei abgeschalteten Magnetspulen 5a, 5b, d. h., wenn beide Magnetspulen 5a, 5b entregt sind, der Schwinghebel 8 die gezeigte Zwischenposition einnimmt, in welcher das Hubventil 1 teilweise geöffnet ist.

Vollständig geöffnet ist demzufolge das Hubventil 1, wenn der Schwinghebel 8 auf der ihm zugewandten Fläche der Magnetspule 5a bzw. des Magnetspulen-Kerns 6a aufliegt, während das Hubventil 1 dann vollständig geschlossen ist, wenn der Schwinghebel 8 direkt an der Magnetspule 5b bzw. dem Magnetspulen-Kern 6b anliegt. Um dabei ein derartiges großflächiges Anliegen des Schwinghebels 8 entweder am Kern 6a oder am Kern 6b zu ermöglichen, besitzt der Schwinghebel 8 wie ersichtlich eine konische Kontur, d. h. seine auf den Spalt 7 bezogene Breite ist nahe der Drehachse 10 größer als im von der Drehachse 10 entfernten Endabschnitt nahe des Einwirkungspunktes 8b. Diese Gestaltung des als Anker fungierenden Schwinghebels 8 ist im übrigen besonders vorteilhaft, da aufgrund des relativ geringen Luftspaltes zwischen dem Schwinghebel 8 sowie der jeweils benachbarten Magnetspule 5a bzw. 5b im Bereich nahe der Drehachse 10 äußerst starke Anziehungskräfte bei Erregung der jeweiligen Magnetspule 5a bzw. 5b auf den Schwinghebel 8 einwirken.

Besonders vorteilhaft ist die gezeigte Anordnung auch im Hinblick auf die Hebelverhältnisse. Mit einem relativ großen Hebelarm greift der Schwinghebel 8 nämlich am Hubventil 1 an, während die am Schwinghebel 8 angreifende Magnetkraft bei punktueller Betrachtung, d. h. zentriert auf das Zentrum der Magnetspulen

6a bzw. 6b bezüglich der Drehachse 10 einen geringeren Hebelarm besitzt. Dies bedeutet, daß bezüglich der Magnetspulen bzw. Magnetspulen-Kerne 6a, 6b der Schwinghebel 8 nicht so weit verschwenkt werden muß, als es erforderlich ist, einen gewissen gewünschten Ventilhub gemäß Pfeilrichtung 13 zu erzielen. Vielmehr genügt bezüglich der Magnetspulen 5a, 5b eine geringere Verschwenkbewegung des Schwinghebels 8 gemäß Pfeilrichtung 12, so daß — wie bereits angesprochen — der Luftspalt zwischen dem als Anker fungierenden Schwinghebel 8 sowie der jeweils erregten Magnetspule 5a bzw. 5b relativ gering gehalten werden kann.

Wie ersichtlich durchdringt sowohl der Stößel 15 als auch die Stange 11 den jeweils benachbarten Magnetspulen-Kern 6b bzw. 6a, was einerseits eine besonders kompakte Anordnung ermöglicht und andererseits sicherstellt, daß die beiden Kerne 6a, 6b die gleiche Querschnittsfläche besitzen. Mit dieser Anordnung ist es nämlich möglich, den von der elektromagnetischen Betätigungsvorrichtung 3 benötigten Bauraum quer zur Achse des Hubventils 1 so gering als möglich zu halten und andererseits die beschriebenen vorteilhaften Hebelverhältnisse herzustellen, indem sich die Drehachse 10 außerhalb des von den Magnetspulen 5a, 5b beschriebenen Raumes befindet, während der Einwirkungspunkt 8b zwischen den beiden Magnetspulen-Kernen 6a, 6b im wesentlichen im gegenüberliegenden Randbereich liegt.

Wie ersichtlich sind dabei sowohl der Stößel 15 als auch die Stange 11 durch Buchsen 16 innerhalb der Magnetspulen-Kerne 6b bzw. 6a geführt.

In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die Gestaltung des als Anker bezüglich der Magnetspulen 6a, 6b wirkenden Schwinghebels 8 eingegangen. Zunächst verjüngt sich dieser Schwinghebel 8 ausgehend von der Achse 10 zu seinem freien Ende hin in seinem Querschnitt, um sicherzustellen, daß dieser Schwinghebel 8 mit seinen Oberflächen 8' im wesentlichen vollflächig an der jeweils erregten Magnetspule 5a bzw. 5b bzw. an den jeweiligen Magnetspulen-Kernen 6a, 6b anliegen kann. Dabei erfährt der Anker bereits mit der gezeigten Gestalt, d. h. mit den planen Oberflächen 8' aufgrund geringfügiger Verformungen eine gewisse Abwälzbewegung auf dem jeweils erregten Magnetspulen-Kern 6a bzw. 6b. Dies bedeutet, daß der Anker nicht vollflächig auf die jeweils erregte Magnetspule 6a bzw. 6b aufschlägt, sondern quasi abwälzend mit seiner Oberfläche 8' an diesem Magnetspulen-Kern zum Anliegen kommt. Aufgrund dieser Abwälzbewegung wird die Geräuschentwicklung vorteilhafterweise so gering als möglich gehalten. Diese beschriebene Abwälzbewegung läßt sich jedoch noch verstärken, wenn die den Magnetspulen-Kernen 6a, 6b zugewandten Oberflächen 8' des Schwinghebels 8 im Hinblick auf diese Abwälzbewegung gewölbt ausgebildet sind (nicht gezeigt). Diese Wölbung kann dabei nach außen oder nach innen gerichtet, d. h. konkav oder konvex ausgebildet sein.

Kurz beschrieben wurde bereits das Aktuatorgehäuse 4, welches grundsätzlich starr in einem nicht gezeigten Brennkraftmaschinen-Zylinderkopf gelagert sein kann. Soll jedoch an dieser elektromagnetischen Betätigungsvorrichtung für ein Brennkraftmaschinen-Hubventil zusätzlich noch ein insbesondere selbsttätiger Ventilspielausgleich möglich sein, so kann hierzu das Aktuatorgehäuse 4 beweglich gelagert sein, wobei sich — da bereits der Anker bzw. Schwinghebel 8 verschwenkt wird — eine Verschwenkbewegung des Aktuatorgehäuses 4 besonders anbietet. Insbesondere kann hierzu das Aktuatorgehäuse 4 um die Drehachse

10 des Schwinghebels 8 verschwenkbar sein. Wie Fig. 2 zeigt, ist hierzu das Aktuatorgehäuse 4 ebenfalls auf dem Achsbolzen 9 gelagert, wobei in der Gehäusewand im Bereich dieses Achsbolzens 9 eine entsprechende Aussparung 17 zur Aufnahme des Schwinghebels 8 vorgesehen ist. Übernommen wird die Einstellung des Ventilspiels nun von bevorzugt zwei gegeneinander wirkenden, insbesondere hydraulischen Ventilspiel-Ausgleichselementen 18, die an einer von der Drehachse 10 möglichst weit entfernten Nase 19 des Aktuatorgehäuses 4 angreifen. Alternativ oder zusätzlich kann an dieser Nase 19 zusammen mit einer Kontermutter (noch) eine Einstellschraube vorgesehen sein, die sich zur Sicherstellung einer Grundeinstellung oder überhaupt zur mechanischen Ventilspiel-Einstellung an einer geeigneten Stelle des Brennkraftmaschinen-Zylinderkopfes abstützt. Aufgrund des relativ großen Hebelarmes bezüglich der Drehachse 10 sind dabei die von den hydraulischen Ventilspiel-Ausgleichselementen 18 aufzubringenden Kräfte relativ gering. Doch kann dies sowie eine Vielzahl weiterer Details insbesondere konstruktiver Art durchaus abweichend vom gezeigten Ausbildungsbeispiel gestaltet sein, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen. So können beispielsweise sämtliche Reibflächen durch Verwendung geeigneter Werkstoffe im Hinblick auf minimale Reibleistungsverluste optimiert sein.

#### Patentansprüche

1. Elektromagnetische Betätigungsvorrichtung für ein Brennkraftmaschinen-Hubventil (1) mit einem zwischen zwei Magnetspulen (5a, 5b) als Anker um eine Drehachse (10) verschwenkbaren, auf das Hubventil (1) einwirkenden Hebel, dadurch gekennzeichnet, daß der Hebel als Schwinghebel (8) ausgebildet ist, so daß die Drehachse (10) in einem Endbereich des Schwinghebels und der Einwirkungspunkt (8b) auf das Hubventil (1) am anderen Hebelende liegt.
2. Elektromagnetische Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Einwirkungspunkt (8b) zwischen den beiden Magnetspulen-Kernen (6a, 6b) im wesentlichen in deren Randbereich liegt und sich die Drehachse (10) außerhalb des von den Magnetspulen (5a, 5b) beschriebenen Raumes befindet.
3. Elektromagnetische Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß am Schwinghebel (8) ein Federelement (Hilfsfeder 14) in Ventilöffnungsrichtung zwischen der Drehachse (10) und dem Hubventil-Einwirkungspunkt (8b) angreift.
4. Elektromagnetische Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Kraft des Federelementes (Hilfsfeder 14) auf den Schwinghebel (8) übertragender Stößel (15) sowie eine auf das Hubventil (1) einwirkende Stange (11) oder der Schaft des Hubventils selbst die Magnetspulen-Kerne (6a, 6b) durchdringen.
5. Elektromagnetische Betätigungsvorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den Magnetspulen-Kernen (6a, 6b) zugewandten Oberflächen (8') des Schwinghebels (8) im Hinblick auf eine Abwälzbewegung konkav oder konvex gewölbt ausgebildet sind.
6. Elektromagnetische Betätigungsvorrichtung

nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Magnetspulen (5a, 5b) aufnehmendes Aktuatorgehäuse (4) zur Einstellung des Ventilspieles um die Drehachse (10) schwenkbar gelagert ist.

7. Elektromagnetische Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß möglichst weit entfernt von der Drehachse (10) am Aktuatorgehäuse (4) zumindest ein, bevorzugt jedoch zwei gegeneinander wirkende insbesondere hydraulische(s) Ventilspiel-Ausgleichselement(e) (18) angreifen/angreift.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



